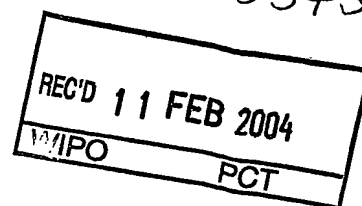


## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

EP03/13975

PRIORITY  
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 61 065.7

**Anmeldetag:** 24. Dezember 2002

**Anmelder/Inhaber:** Basell Polyolefine GmbH, Wesseling/DE

**Bezeichnung:** Polyethylen Formmasse zum Herstellen von  
Behältern durch Blasformen und damit herge-  
stellte Großhohlkörper

**IPC:** C 08 F, C 08 L, C 08 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 25. September 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

  
Brosig

Titel: Polyethylen Formmasse zum Herstellen von Behältern  
durch Blasformen und damit hergestellte  
Großhohlkörper

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Polyethylen Formmasse mit multimodaler Molmassenverteilung, die sich besonders eignet zum Blasformen von Großhohlkörpern mit einem Fassungsvermögen im Bereich von 20 bis 150 l, und ein Verfahren zum Herstellen dieser Formmasse in Gegenwart eines katalytischen Systems aus Ziegler Katalysator und Cokatalysator über eine mehrstufige, aus aufeinanderfolgenden Flüssigphasenpolymerisationen bestehenden Reaktionsabfolge.

Die Erfindung betrifft ferner aus der Formmasse-durch- Blasformen hergestellte Großhohlkörper.

Polyethylen wird in großem Umfang zur Herstellung von Formteilen aller Art verwendet, zu denen ein Werkstoff mit besonders hoher mechanischer Festigkeit, hoher Korrosionsbeständigkeit und absolut zuverlässiger Langzeitbeständigkeit benötigt wird. Polyethylen hat zudem den besonderen Vorteil, dass es daneben auch eine gute chemische Beständigkeit aufweist und ein geringes Eigengewicht besitzt.

Die EP-A-603,935 beschreibt bereits eine Formmasse auf Basis von Polyethylen, die eine bimodale Molmassenverteilung besitzt und die sich zur Herstellung von Formteilen mit guten mechanischen Eigenschaften eignet.

Ein Werkstoff mit einer noch weiter verbreiterten Molmassenverteilung ist in der US-PS 5,338,589 beschrieben und wird mit einem hochaktiven Katalysator hergestellt, der aus der WO 91/18934 bekannt ist und bei dem das Magnesiumalkoholat als gelförmige Suspension eingesetzt wird. Überraschend wurde

gefunden, dass der Einsatz dieses Werkstoffes in Formteilen, insbesondere in Röhren, eine gleichzeitige Verbesserung der in teilkristallinen Thermoplasten üblicherweise gegenläufigen Eigenschaften Steifigkeit und Kriechneigung einerseits und Spannungsrissbeständigkeit und Zähigkeit andererseits ermöglicht.

Die bekannten bimodalen Produkte zeichnen sich aber insbesondere durch eine relativ geringe Schmelzefestigkeit bei der Verarbeitung aus. Dabei kommt es immer wieder zum Aufreißen der Formteile im Schmelzezustand während der Verfestigung und damit zu unannehmbaren Instabilitäten im Extrusionsprozess. Ferner wird, insbesondere bei der Herstellung dickwandiger Behälter, eine Ungleichmäßigkeit der Wanddicke beobachtet, deren Ursache ein Abfließen der Schmelze vom oberen in räumlich tiefer gelegene untere Bereiche ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war somit die Entwicklung einer Polyethylen Formmasse, mit der sich gegenüber allen bekannten Werkstoffen eine noch bessere Verarbeitung zu Großhohlkörpern nach dem Blasformverfahren ermöglichen lässt. Insbesondere soll die Formmasse durch ihre besonders hohe Schmelzefestigkeit einen stabilen Extrusionsprozess über eine lange Zeitdauer ermöglichen und durch ihre gezielt eingestellte Schwellrate eine optimale Wanddickensteuerung zulassen.

Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Formmasse der eingangs genannten Gattung, deren Kennzeichenmerkmale darin zu sehen sind, dass sie 35 bis 40 Gew.-% eines niedermolekularen Ethylenhomopolymers A, 30 bis 40 Gew.-% eines hochmolekularen Copolymers B aus Ethylen und einem anderen Olefin mit 4 bis 8 C-Atomen und 26 bis 30 Gew.-% eines ultrahochmolekularen Ethylen-copolymers C enthält, wobei alle Prozentangaben bezogen sind auf das Gesamtgewicht der Formmasse.

Die Erfindung betrifft ferner auch ein Verfahren zum Herstellen dieser Formmasse in kaskadierter Suspensionspolymerisation und Großhohlkörper mit einem Fassungsvermögen im Bereich von 20 bis 150 l aus dieser Formmasse mit ganz hervorragenden mechanischen Festigkeitseigenschaften.

Die erfindungsgemäße Polyethylen Formmasse besitzt eine Dichte bei einer Temperatur von 23 °C im Bereich von 0,951 bis 0,955 g/cm<sup>3</sup> und eine breite trimodale Molmassenverteilung. Das hochmolekulare Copolymer B enthält nur geringe Anteile an weiteren Olefinmonomereinheiten mit 4 bis 8 C-Atomen, nämlich von 0,1 bis 0,2 Gew.-%. Beispiele für solche Comonomere sind 1-Buten, 1-Penten, 1-Hexen, 1-Octen oder 4-Methylpenten-1. Das ultrahochmolekulare Ethylenhomo- oder -copolymer C enthält ebenfalls eines oder mehrere der vorstehend genannten Comonomeren in einer Menge im Bereich von 0,6 bis 1 Gew.-%.

Die erfindungsgemäße Formmasse besitzt ferner einen Schmelzflussindex gemäß ISO 1133, ausgedrückt als MFI<sub>190/5</sub>, im Bereich von 0,25 bis 0,4 dg/min, ausgedrückt als MFI<sub>190/21,6</sub>, im Bereich von 4 bis 6 dg/min und eine Viskositätszahl VZ<sub>ges</sub>, gemessen nach ISO/R 1191 in Dekalin bei einer Temperatur von 135 °C, im Bereich von 460 bis 500 cm<sup>3</sup>/g, insbesondere von 480 bis 500 cm<sup>3</sup>/g.

Die Trimodalität kann als Maß für die Lage der Schwerpunkte der drei Einzelmolmassenverteilungen mit Hilfe der Viskositätszahlen VZ nach ISO/R 1191 der in den aufeinanderfolgenden Polymerisationsstufen gebildeten Polymeren beschrieben werden. Hierbei sind folgende Bandbreiten der in den einzelnen Reaktionsstufen gebildeten Polymeren zu berücksichtigen:

Die an dem Polymer nach der ersten Polymerisationsstufe

gemessene Viskositätszahl  $VZ_1$  ist identisch mit der Viskositätszahl  $VZ_A$  des niedermolekularen Polyethylens A und liegt erfindungsgemäß im Bereich von 150 bis 170  $\text{cm}^3/\text{g}$ .

- 5 Die an dem Polymer nach der zweiten Polymerisationsstufe gemessene Viskositätszahl  $VZ_2$  entspricht nicht  $VZ_B$  des in der zweiten Polymerisationsstufe gebildeten höhermolekularen Polyethylens B, die sich nur rechnerisch bestimmen lässt, sondern sie stellt die Viskositätszahl des Gemisches aus
- 10 Polymer A plus Polymer B dar.  $VZ_2$  liegt erfindungsgemäß im Bereich von 190 bis 220  $\text{cm}^3/\text{g}$ .

- Die an dem Polymer nach der dritten Polymerisationsstufe gemessene Viskositätszahl  $VZ_3$  entspricht nicht  $VZ_C$  für das in
- 15 der dritten Polymerisationsstufe gebildete ultrahochmolekulare Copolymer C, die sich ebenfalls nur rechnerisch ermitteln lässt, sondern sie stellt die Viskositätszahl des Gemisches aus Polymer A, Polymer B plus Polymer C dar.  $VZ_3$  liegt erfindungsgemäß im Bereich von 460 bis 500  $\text{cm}^3/\text{g}$ , insbesondere
- 20 von 480 bis 500  $\text{cm}^3/\text{g}$ .

- Das Polyethylen wird durch Polymerisation der Monomeren in Suspension bei Temperaturen im Bereich von 60 bis 90 °C, einem Druck im Bereich von 2 bis 10 bar und in Gegenwart eines
- 25 hochaktiven Ziegler-Katalysators erhalten, der aus einer Übergangsmetallverbindung und einer aluminiumorganischen Verbindung zusammengesetzt ist. Die Polymerisation wird dreistufig, d.h. in drei hintereinander geschalteten Stufen geführt, wobei die Molmasse jeweils mit Hilfe von zudosiertem
- 30 Wasserstoff geregelt wird.

Die erfindungsgemäße Polyethylen Formmasse kann neben dem Polyethylen noch weitere Zusatzstoffe enthalten. Solche Zusatzstoffe sind beispielsweise Wärmestabilisatoren, Anti-

oxidantien, UV-Absorber, Lichtschutzmittel, Metalldesaktivatoren, peroxidzerstörende Verbindungen, basische Costabilisatoren in Mengen von 0 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise 0 bis 5 Gew.-%, aber auch Füllstoffe, Verstärkungsmittel, Weichmacher, Gleitmittel, Emulgatoren, Pigmente, optische Aufheller, Flammenschutzmittel, Antistatika, Treibmittel oder Kombinationen von diesen in Gesamtmengen von 0 bis 50 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Mischung.

- 10 Die erfindungsgemäße Formmasse eignet sich besonders gut zur Herstellung von Großhohlkörpern nach dem Blasformverfahren, indem die Polyethylen Formmasse zunächst in einem Extruder bei Temperaturen im Bereich von 200 bis 250 °C plastifiziert und dann durch eine Düse in eine Blasform ausgepresst und dort abgekühlt wird.

15

Die erfindungsgemäße Formmasse lässt sich besonders gut nach dem Blasformverfahren zu Großhohlkörpern verarbeiten, weil sie eine Schwellrate im Bereich von 175 bis 195 % besitzt, und die damit hergestellten Großhohlkörper weisen besonders hohe mechanische Festigkeit auf, weil die erfindungsgemäße Formmasse eine Kerbschlagzähigkeit (ISO) im Bereich von 45 bis 60 kJ/m<sup>2</sup> und eine Spannungsrissfestigkeit (FNCT) im Bereich von 50 bis 70 h besitzt.

25

Die Kerbschlagzähigkeit<sub>iso</sub> wird nach der ISO 179-1/1eA / DIN 53453 bei -30 °C gemessen. Die Dimension der Probe beträgt 10 x 4 x 80 mm, wobei eine V-Kerbe mit einem Winkel von 45 °, einer Tiefe von 2 mm und einem Kerbgrundradius von 0,25 mm

30 eingenutet wird.

Die Spannungsrissfestigkeit der erfindungsgemäßen Formmasse wird nach einer internen Messmethode ermittelt und in h angegeben. Diese Labormethode ist von M. Fleißner in

Kunststoffe 77 (1987), S. 45 ff, beschrieben und entspricht der inzwischen geltenden ISO/CD 16770. Die Publikation zeigt, dass zwischen der Bestimmung des langsamen Risswachstums im Zeitstandversuch an rundum gekerbten Probestäben und dem spröden Ast der Zeitstandsinnendruckprüfung nach ISO 1167 ein Zusammenhang besteht. Eine Verkürzung der Zeit bis zum Versagen wird durch die Verkürzung der Rissinitiierungszeit durch die Kerbe (1,6 mm/Rasierklinge) in Ethylenglykol als spannungsrisssförderndem Medium bei einer Temperatur von 80 °C und einer Zugspannung von 3,5 MPa erreicht. Die Probenherstellung erfolgt, indem drei Probekörper mit den Abmessungen 10 x 10 x 90 mm aus einer 10 mm dicken Pressplatte herausgesägt werden. Die Probekörper werden rundum mit einer Rasierklinge in einer eigens dafür angefertigten Kerbvorrichtung (siehe Abbildung 5 in der Publikation) in der Mitte gekerbt. Die Kerbtiefe beträgt 1,6 mm.

#### Beispiel 1

Die Polymerisation von Ethylen wurde in einem kontinuierlichen Verfahren in drei hintereinander in Serie geschalteten Reaktoren betrieben. In den ersten Reaktor wurde ein Ziegler Katalysator, der nach der Vorschrift der WO 91/18934, Beispiel 2, hergestellt wurde und in der WO die Operations-Nummer 2.2 hat, in einer Menge von 0,08 mmol/h eingespeist, zusätzlich ausreichend Suspensionsmittel (Hexan), Ethylen und Wasserstoff. Die Menge an Ethylen (= 49,4 kg/h) und die Menge an Wasserstoff (= 36 g/h) wurden so eingestellt, dass im Gasraum des ersten Reaktors ein prozentualer Anteil von 37 Vol.-% Ethylen und ein prozentualer Anteil von 57 Vol.-% Wasserstoff gemessen wurden, der Rest war ein Gemisch aus Stickstoff und verdampftem Suspensionsmittel.

Die Polymerisation in dem ersten Reaktor wurde bei einer Temperatur von 65 °C durchgeführt.

5 Die Suspension aus dem ersten Reaktor wurde danach in einen zweiten Reaktor überführt in dem der prozentuale Anteil an Wasserstoff im Gasraum auf 30 Vol.-% reduziert war und in den neben einer Menge von 44,2 kg/h an Ethylen zusätzlich eine Menge von 60 g/h an 1-Buten zugegeben wurden. Die Reduzierung der Menge an Wasserstoff erfolgte über eine H<sub>2</sub>-Zwischenentspannung. Im Gasraum des zweiten Reaktors wurden 56 Vol.-%  
10 Ethylen, 30 Vol.-% Wasserstoff und 0,3 Vol.-% 1-Buten gemessen, der Rest war ein Gemisch aus Stickstoff und verdampftem Suspensionsmittel.

15 Die Polymerisation in dem zweiten Reaktor wurde bei einer Temperatur von 84 °C durchgeführt.

Die Suspension aus dem zweiten Reaktor wurde über eine weitere H<sub>2</sub>-Zwischenentspannung, mit der die Menge an Wasserstoff in dem  
20 Gasraum im dritten Reaktor auf 0,0 Vol.-% eingestellt wurde, in den dritten Reaktor überführt.

25 In den dritten Reaktor wurde neben einer Menge von 36,4 kg/h an Ethylen zusätzlich eine Menge von 300 g/h 1-Buten eingegeben. Im Gasraum des dritten Reaktors wurde ein prozentualer Anteil an Ethylen von 82 Vol.-%, ein prozentualer Anteil von Wasserstoff von 0,0 Vol.-% und ein prozentualer Anteil von 1-Buten von 0,62 Vol.-% gemessen, der Rest war ein Gemisch aus Stickstoff und verdampftem Suspensionsmittel.

30 Die Polymerisation in dem dritten Reaktor wurde bei einer Temperatur von 70 °C durchgeführt.

35 Die für die vorstehend beschriebene, kaskadierte Fahrweise erforderliche Langzeitaktivität des Polymerisationskata-



lysators wurde durch einen speziell entwickelten Ziegler Katalysator mit der in der eingangs genannten WO angegebenen Zusammensetzung gewährleistet. Ein Maß für die Tauglichkeit dieses Katalysators ist seine extrem hohe Wasserstoffansprechbarkeit und seine über eine lange Zeitdauer von 1 bis 8 h gleichbleibend hohe Aktivität.

Die den dritten Reaktor verlassende Polymersuspension wird nach Abtrennen des Suspensionsmittels und Trocknen des Pulvers der Granulierung zugeführt.

Die für die nach Beispiel 1 hergestellte Polyethlen Formmasse geltenden Viskositätszahlen und Mengenanteile  $w_A$ ,  $w_B$  und  $w_C$  an Polymer A, B und C sind in der nachfolgend aufgeführten Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1

Beispiel	(1)
$w_A$ [Gew.-%]	38
$w_B$ [Gew.-%]	34
$w_C$ [Gew.-%]	28
$VZ_1$ [cm <sup>3</sup> /g]	165
$VZ_2$ [cm <sup>3</sup> /g]	201
$VZ_{ges}$ [cm <sup>3</sup> /g]	490
SR	185 %
FNCT	60 h
KSZ <sub>Iso</sub>	54 kJ/m <sup>2</sup>

Die Abkürzungen der physikalischen Eigenschaften in der Tabelle 2 haben die folgende Bedeutung:

- 5 - SR (= Schwellrate) in [%] gemessen in einem Hochdruckkapillarrheometer bei einer Scherrate von 1440 1/s in einer 2/2 Rundlochdüse mit einem konischen Einlauf (Winkel = 15 °) bei einer Temperatur von 190 °C.
- 10 - FNCT = Spannungsrisbeständigkeit (Full Notch Creep Test) gemessen nach der internen Messmethode nach M. Fleißner in [h],
- 15 - KSZ<sub>ISO</sub> = Kerbschlagzähigkeit, gemessen nach ISO 179-1/1eA / DIN 53453 in [kJ/m<sup>2</sup>] bei -30 °C,

20

\* \* \* \* \*

25

## Patentansprüche

- 5 1. Polyethylen Formmasse mit multimodaler Molmassenverteilung, die eine Dichte bei einer Temperatur von 23 °C im Bereich von 0,951 bis 0,955 g/cm<sup>3</sup> besitzt und einen MFI<sub>190/5</sub> im Bereich von 0,25 bis 0,4 dg/min und die 35 bis 40 Gew.-% eines niedermolekularen Ethylenhomopolymers A, 10 30 bis 40 Gew.-% eines hochmolekularen Copolymers B aus Ethylen und einem anderen Olefin mit 4 bis 8 C-Atomen und 26 bis 30 Gew.-% eines ultrahochmolekularen Ethylen- 15 copolymers C enthält, wobei alle Prozentangaben bezogen sind auf das Gesamtgewicht der Formmasse.
2. Polyethylen Formmasse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das hochmolekulare Copolymer B geringe Anteile an Comonomer mit 4 bis 8 C-Atomen von 0,1 bis 0,2 Gew.-% enthält, bezogen auf das Gewicht an Copolymer B, 20 und dass das ultrahochmolekulare Ethylencopolymer C Comonomere in einer Menge im Bereich von 0,6 bis 1 Gew.-% enthält, bezogen auf das Gewicht von Copolymer C.
- 25 3. Polyethylen Formmasse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie als Comonomer 1-Buten, 1-Penten, 1-Hexen, 1 Octen, 4-Methylpenten-1 oder Mischungen von diesen enthält.
- 30 4. Polyethylen Formmasse nach einem oder nach mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Viskositätszahl  $VZ_{ges}$ , gemessen nach ISO/R 1191 in Dekalin bei einer Temperatur von 135 °C, im Bereich von 460 bis 500 cm<sup>3</sup>/g besitzt, vorzugsweise von 480 bis 500 cm<sup>3</sup>/g.

5. Polyethylen Formmasse nach einem oder nach mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Schwellrate im Bereich von 175 bis 195 % besitzt, dass sie eine Kerbschlagzähigkeit (ISO) im Bereich von 45 bis 60 kJ/m<sup>2</sup> besitzt und dass sie eine Spannungsrissfestigkeit (FNCT) im Bereich von 50 bis 70 h besitzt.
6. Verfahren zum Herstellen einer Polyethylen Formmasse nach einem oder nach mehreren der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Polymerisation der Monomeren in Suspension bei Temperaturen im Bereich von 60 bis 90 °C, einem Druck im Bereich von 2 bis 10 bar und in Gegenwart eines hochaktiven Ziegler-Katalysators durchgeführt wird, der aus einer Übergangsmetallverbindung und einer aluminiumorganischen Verbindung zusammengesetzt ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Polymerisation dreistufig geführt wird, wobei die Molmasse des in jeder Stufe hergestellten Polyethylens jeweils mit Hilfe von Wasserstoff geregelt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass in der ersten Polymerisationsstufe die Wasserstoffkonzentration so eingestellt wird, dass die Viskositätszahl  $VZ_1$  des niedermolekularen Polyethylens A im Bereich von 150 bis 170 cm<sup>3</sup>/g liegt.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass in der zweiten Polymerisationsstufe die Wasserstoffkonzentration so eingestellt wird, dass die Viskositätszahl  $VZ_2$  des Gemisches aus Polymer A plus Polymer B im Bereich von 190 bis 220 cm<sup>3</sup>/g liegt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in der dritten Polymerisationsstufe

die Wasserstoffkonzentration so eingestellt wird, dass die Viskositätszahl  $VZ_3$  des Gemisches aus Polymer A, Polymer B plus Polymer C im Bereich von 460 bis 500  $\text{cm}^3/\text{g}$  liegt, insbesondere von 480 bis 500  $\text{cm}^3/\text{g}$ .

5

10. Verwendung einer Polyethylen Formmasse nach einem oder nach mehreren der Ansprüche 1 bis 5 zur Herstellung von Großhohlkörpern mit einem Inhalt im Bereich von 20 bis 150 l, wobei die Polyethylen Formmasse zunächst in einem Extruder bei Temperaturen im Bereich von 200 bis 250 °C plastifiziert und dann durch eine Düse in eine Blasform gepreßt und dort abgekühlt wird.

10

15

\* \* \* \* \*

## Zusammenfassung

5      Titel:      Polyethylen Formmasse zum Herstellen von Behältern  
                 durch Blasformen und damit hergestellte  
                 Großhohlkörper

10      Die Erfindung betrifft eine Polyethylen Formmasse mit  
         multimodaler Molmassenverteilung, die sich besonders eignet  
         zum Blasformen von Großhohlkörpern mit einem Fassungsvermögen  
15      im Bereich von 20 bis 150 l. Die Formmasse besitzt eine Dichte  
         bei einer Temperatur von 23 °C im Bereich von 0,951 bis 0,955  
         g/cm<sup>3</sup> und einen MFI<sub>190/5</sub> im Bereich von 0,25 bis 0,4 dg/min. Sie  
         enthält 35 bis 40 Gew.-% eines niedermolekularen Ethylen-  
         homopolymers A, 30 bis 40 Gew.-% eines hochmolekularen Co-  
15      polymers B aus Ethylen und einem anderen Olefin mit 4 bis 8 C-  
         Atomen und 26 bis 30 Gew.-% eines ultrahochmolekularen Ethy-  
         len-copolymers C.

20

\*   \*   \*   \*

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**